

特開平10-93614

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/46

H 0 4 L 11/00

3 1 0 C

12/28

11/20

B

12/66

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-241922

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月12日

(71) 出願人 000232254

日本電気通信システム株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 関根 実

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 秋田谷 昭彦

東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内

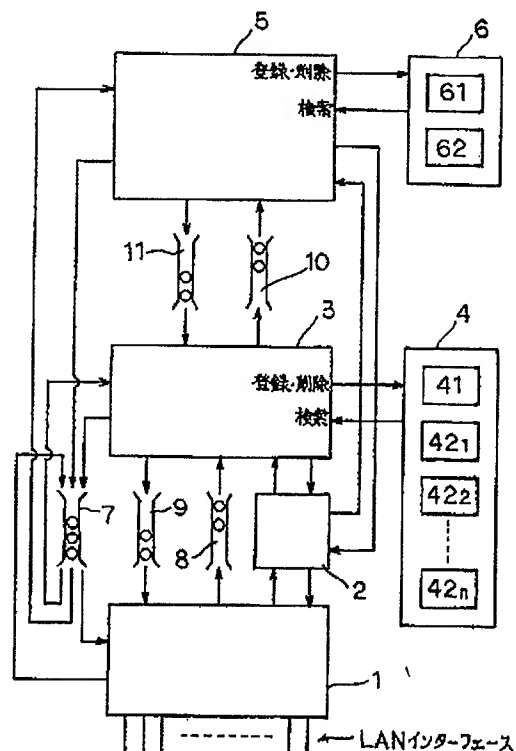
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 LAN間接続装置

(57) 【要約】

【課題】 LANの物理セグメントを端末のソフトウェアや端末側の設定を変更することなくバーチャルLANに置き換えてスイッチングハブに收容し、スイッチングハブのバーチャルLAN設定の自由度を損なうことなく3層におけるルーティング機能を提供する。

【解決手段】 LAN制御手段1と、パケットメモリ2と、ブリッジ処理手段3と、テーブルメモリ4と、ルーティング処理手段5と、テーブルメモリ6と、フリーバッファキュー7と、受信バッファキュー8および送信バッファキュー9と、受信バッファキュー10および送信バッファキュー11とを有する。テーブルメモリ4は、ブリッジグループテーブル41とアドレス学習テーブル42₁ ~ 42_nとを備える。テーブルメモリ6は、ルーティングテーブル61とARPテーブル62とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のLANインターフェースから受信したパケットの送信元2層アドレスと該複数のLANインターフェースのうちの該パケットを受信したLANインターフェースとの組を一定期間維持するアドレス学習テーブルを備え、該受信したパケットから宛先2層アドレスを抽出し、該宛先2層アドレスをキーにして該アドレス学習テーブルを検索して、該複数のLANインターフェースの中から該宛先2層アドレスに対応するLAN

10 インターフェースを特定して、特定した該LANインターフェースにのみ該パケットを中継して送出するLANスイッチングハブ装置において、

相互に中継可能な該複数のLANインターフェースを任意に組み合わせて複数のバーチャルLANを構成する複数のブリッジグループを有し、
該複数のブリッジグループのそれぞれが独立に、中継処理を行う該アドレス学習テーブルを備え、
ブリッジ処理手段が、該複数のブリッジグループのうちの該受信したパケットが属するブリッジグループのアドレス学習テーブルに学習処理を行わせることを特徴とする、LAN間接続装置。

【請求項2】 仮想的なLANインターフェースを備える複数の論理インターフェースと、該複数の論理インターフェースを中継するルーティング処理手段とを有し、前記複数のブリッジグループのうちの第1のブリッジグループと第2のブリッジグループとの間で前記パケットを中継するときには、該複数の論理インターフェースのうちの該第1のブリッジグループと該第2のブリッジグループとを中継する第3の論理インターフェースが、前記ブリッジ処理手段と該ルーティング処理手段との間で
30 該仮想的なLANインターフェースのポートIDを用いて該パケットを格納したバッファへのアドレスポインタ情報を受け渡すことを特徴とする、請求項1に記載のLAN間接続装置。

【請求項3】 前記複数の論理インターフェースのうちの前記第3の論理インターフェースが、前記ブリッジ処理手段と前記ルーティング処理手段との間で前記仮想的なLANインターフェースのポートIDを用いて前記パケットを格納したバッファへのアドレスポインタ情報を受け渡すときには、受信バッファキューまたは送信バッファキューに多重化して行う、請求項2に記載のLAN
40 間接続装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は2層のMAC（メディア・アクセス制御）フレームをスイッチングするスイッチングハブ装置に関し、特にバーチャルLAN機能およびルータ機能を有する複合型のスイッチングハブ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種のスイッチングハブで提供されるバーチャルLAN機能は、ポート単位にグループ化され、宛先MACアドレスから学習テーブルを検索して出力ポートを求め、入力ポートと出力ポートとが同一グループに所属している場合にはフレームを送信し、同一グループに所属していない場合にはフレームを廃棄するという手順をとるのが一般的である。

【0003】 この方式ではMACアドレスと出力ポートとをマッピングするための学習テーブルは装置内で一元管理されており、ポート間で同一のMACアドレスを学習した場合には端末が移動したものと考え、最後に学習したポートとMACアドレスとをマッピングし、中継パケットをマッピング情報に従って中継する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 第1の問題点は、同一装置内の異なるバーチャルLAN（グループ）に同一のMACアドレスを使用した端末があると、その端末との通信が不安定となり、はなはだしい場合には通信が不能になるということである。

【0005】 すなわち、従来使用されているネットワークプロトコルには、ローカルアドレスを前提として、インターフェースアドレスをグローバルMACアドレスではなく独自のローカルアドレスに自動的に書き換えて使用するメカニズムを持つものも存在する。このようなネットワークを中継するルータは、2つ以上のインターフェースに同一のローカルMACアドレスを付与している。したがって、バーチャルLAN間にこのルータを接続すると、複数のバーチャルLAN内に同一のMACアドレスが接続される事態が生じ、このような構成では安定な中継動作は期待できない。

【0006】 その理由を説明する。上記の方式ではMACアドレスと出力ポートとをマッピングするためのテーブルは装置内で一元管理されており、MACアドレスは最後に受信したポートとともに学習されて記憶されている。このメカニズムはバーチャルLANの構成とは無関係に行われているので、異なるグループで同一のMACアドレスを持つ端末が存在する場合には、テーブルのエントリは学習の結果、最後にフレームを出力した端末側に接続されたポートをそのMACアドレスが接続されたポートとしてマッピングして記憶される。そのMACアドレスを持つ端末宛のフレームが受信されたときには、どちらのポートに転送されるかはテーブルの学習状態に依存する。

【0007】 したがって、グループAに属する端末A1、A2間で通信中に、端末A1と同じMACアドレスを持つ端末B1がグループB内で通信を始めると、場合によっては端末A2から端末A1宛のフレームが、B1によって学習されたポートに転送されるといった事態が発生する。このフレームはグループが異なるために廃棄されるのでB1が受信することはないと考えられるが、

端末A1には転送されないといった状態が生じ、A2が再送したとしても、学習テーブルがタイムアウトするかA1がパケットを新たに出さない限り、A1へのパケットの転送が行われないという事態は変わらない。端末A1が通常の会話型のプロトコルであれば、端末A2からの応答を待っているケースも多いので通信の再開はあまり期待できず、アプリケーション間の通信が途切れてしまう。

【0008】第2の問題点は、バーチャルLANを構成するスイッチングハブにおいて、複数のバーチャルLANをまたがるような3層のトラフィックがあった場合には、ブリッジ機能だけでは中継することができないので、外部に3層のルータが必要となるということである。

【0009】例えば、バーチャルLAN“A”とバーチャルLAN“B”とがスイッチングハブに設定され、それぞれが異なるIP(Internet Protocol)サブネットを持つネットワークである場合には、“A”と“B”との端末は通常のクライアントサーバアプリケーションではあまり通信を行う必要はないが、電子メール等についてはIPサブネットを越えてルーティングする必要がある。このため、スイッチングハブの外部でバーチャルLAN同士をルータで接続すれば良いが、一般にバーチャルLAN間を外部ルータで接続するとコストが高くなり、かつネットワーク変更に対応する柔軟性が損なわれる。

【0010】その理由を説明する。バーチャルLAN間を接続する外付けのルータは、各バーチャルLAN毎に少なくとも1本の物理インターフェースを接続する必要がある。バーチャルLANが多くなれば物理インターフェースの数がその分だけ必要になるが、マルチポートルータは一般に非常に高価である。また、バーチャルLANの数が増減するに従い、ルータの物理ポートの数を増減せねばならず、スイッチングハブで設定によってバーチャルLANの組み替えを簡単に行えるにもかかわらず、運用上、ルータの制約からそれをメリットとして享受することができなくなってしまう。

【0011】本発明の目的は、従来使用されてきたLANの物理セグメントを端末のソフトウェアや端末側の設定を変更することなくバーチャルLANに置き換えてスイッチングハブに収容することおよびスイッチングハブのバーチャルLAN設定の自由度を損なうことなく3層におけるルーティング機能を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のLAN間接続装置は、複数のLANインターフェースから受信したパケットの送信元2層アドレスと該複数のLANインターフェースのうちの該パケットを受信したLANインターフェースとの組を一定期間維持するアドレス学習テーブルを備え、該受信したパケット

から宛先2層アドレスを抽出し、該宛先2層アドレスをキーにして該アドレス学習テーブルを検索して、該複数のLANインターフェースの中から該宛先2層アドレスに対応するLANインターフェースを特定して、特定した該LANインターフェースにのみ該パケットを中継して送出するLANスイッチングハブ装置であって、相互に中継可能な該複数のLANインターフェースを任意に組み合わせて複数のバーチャルLANを構成する複数のブリッジグループを有し、該複数のブリッジグループのそれぞれが独立に、中継処理を行う該アドレス学習テーブルを備え、ブリッジ処理手段が、該複数のブリッジグループのうちの該受信したパケットが属するブリッジグループのアドレス学習テーブルに学習処理を行わせる。

【0013】このため、各ブリッジグループ間にわたるMACアドレスのユニーク性を保証する必要がなくなる。すなわち、バーチャルLAN毎に独立したアドレス学習テーブルを維持するので、バーチャルLAN“A”で使用されていたMACアドレス、例えば“00-00-4c-12-34-56”のエントリが学習テーブルAに存在するときに、バーチャルLAN“B”に“00-00-4c-12-34-56”を持つ端末からのパケットを受信しても、学習テーブルAのエントリは影響を受けず、新たに学習テーブルBに“00-00-4c-12-34-56”のエントリが生成されるだけである。したがって、バーチャルLAN“A”に転送されてきた“00-00-4c-12-34-56”宛のパケットが、バーチャルLAN“B”で学習したポートに運ばれてバーチャルLANが異なるために破棄されるといった事態は起こらない。

【0014】上記本発明のLAN間接続装置は、仮想的なLANインターフェースを備える複数の論理インターフェースと、該複数の論理インターフェースを中継するルーティング処理手段とを有し、前記複数のブリッジグループのうちの第1のブリッジグループと第2のブリッジグループとの間で前記パケットを中継するときには、該複数の論理インターフェースのうちの該第1のブリッジグループと該第2のブリッジグループとを中継する第3の論理インターフェースが、前記ブリッジ処理手段と該ルーティング処理手段との間で該仮想的なLANインターフェースのポートIDを用いて該パケットを格納したバッファへのアドレスポインタ情報を受け渡すことができる。前記複数の論理インターフェースのうちの前記第3の論理インターフェースが、前記ブリッジ処理手段と前記ルーティング処理手段との間で前記仮想的なLANインターフェースのポートIDを用いて前記パケットを格納したバッファへのアドレスポインタ情報を受け渡すときには、受信バッファキューまたは送信バッファキューに多重化して行うことができる。

【0015】このため、バーチャルLANの増減に柔軟に対応することが可能となる。すなわち、バーチャルL

ANの設定数を増減しても、ルーティング処理手段への接続はブリッジグループIDの数が増加するだけであるので、純粋にソフトウェアが生成するテーブルの大きさによってのみ制限され、新たなハードウェアの増設や接続の変更が不要となる。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0017】図1は、本発明の一実施の形態におけるLAN間接続装置の構成を示すブロック図である。図2は、図1におけるLAN制御手段の動作を示すフローチャートである。図3～図5は、図1におけるブリッジ処理手段の動作を示すフローチャートである。図6および図7は、図1におけるルーティング処理手段の動作を示すフローチャートである。

【0018】図1を用いて本発明の一実施の形態の構成を説明する。

【0019】図1に示したLAN間接続装置は、LAN制御手段1と、パケットメモリ2と、ブリッジ処理手段3と、ブリッジ処理手段3のテーブルメモリ4と、ルーティング処理手段5と、ルーティング処理手段5のテーブルメモリ6と、フリーバッファキュー7と、LAN制御手段1とブリッジ処理手段3との間の受信バッファキュー8および送信バッファキュー9と、ブリッジ処理手段3とルーティング処理手段5との間の受信バッファキュー10および送信バッファキュー11とを有する構成となっている。

【0020】LAN制御手段1は、複数のLANインターフェースを備えて各LANインターフェースのパケットの送受信制御を行い、受信データをパケットメモリ2との間で送受信する。ブリッジ処理手段3は、パケットメモリ2のパケットデータを2層アドレスに従ってデータリンク層(2層)で中継交換する。テーブルメモリ4は、ブリッジ処理手段3が中継交換のために登録、削除および参照を行う2層アドレス情報を格納する。ルーティング処理手段5は、ブリッジ処理手段3から中継されたパケットデータをパケットメモリ2上で3層ネットワークアドレスに従ってルーティングする。テーブルメモリ6は、ルーティング処理手段5が中継交換するための3層ネットワークアドレス情報を格納する。フリーバッファキュー7は、未使用状態のバッファアドレスを格納する。受信バッファキュー8は、LAN制御手段1からブリッジ処理手段3に受信バッファアドレスを引き渡す。送信バッファキュー9は、ブリッジ処理手段3からLAN制御手段1に送信バッファアドレスを引き渡す。受信バッファキュー10は、ブリッジ処理手段3からルーティング処理手段5に受信バッファアドレスを引き渡す。送信バッファキュー11は、ルーティング処理手段5からブリッジ処理手段3に送信バッファアドレスを引き渡す。

【0021】テーブルメモリ4は、各LANインターフェースのポートのそれぞれを仮想ブリッジである複数のブリッジグループのうちのいずれかに割り当てるブリッジグループテーブル41と、各ブリッジグループに1つずつ存在するアドレス学習テーブル42。(n=1, 2, ……)とを備える構成となっている。ブリッジグループは、1つのLAN間接続装置内において同一のバーチャルLANとみなされるグループである。

【0022】テーブルメモリ6は、経路制御用のルーティングテーブル61と、ネットワークアドレスをハードウェアアドレスに解決するためのARP(アドレス解決プロトコル)テーブル62とを備える構成となっている。

【0023】次に図1～図7を用いて、本発明の一実施の形態の動作について説明する。

【0024】図2を用いて、LAN制御手段1の動作を説明する。LAN制御手段1がフリーバッファキュー7からパケットメモリ2の空きバッファアドレスをハントして、LANインターフェースから受信するデータの格納先としてセットする(ステップA1)。各LANインターフェースからの受信を監視し(ステップA2)、受信パケットが検出されて受信が完了したときには、ステップA10に進む。受信が完了していなければ、送信バッファキュー9にポインタデータがあるか否かをチェックする(ステップA3)。送信バッファキュー9にポインタデータがあるときには、ステップA20に進む。送信バッファキュー9にポインタデータがないときには、送信起動を行ったLSIから送信完了が通知されているか否かをチェックし(ステップA4)、送信完了通知が検出されたときには、ステップA30に進む。送信完了通知が検出されなければ、ステップA2に戻る。

【0025】ステップA2においてLANインターフェースから受信したデータは通常LSI化されたLANコントローラの機能によってステップA1で割り当てられたパケットメモリ2の受信バッファにDMA(ダイレクトメモリアクセス)転送されて格納され、LAN制御手段1で検出される。LAN制御手段1が受信完了を検出すると、フリーバッファキュー7から新たに空きバッファをハントして(ステップA10)、受信バッファが使用されたポートに空きバッファを受信バッファとして補充して、常に各ポートに未使用の受信バッファが一定数確保されるようにする(ステップA11)。

【0026】次にパケットの受信状態をチェックし(ステップA12)、パケットが正常に受信されていない場合またはパケットの内容に誤りが検出された場合には、ステップA31に進み、パケットを破棄する。受信したパケットが正常なパケットである場合には、パケットをどのポートから受信したのかを上位に知らせるために、ポートの識別子をバッファの受信ポートIDにセットする(ステップA13)。次に受信バッファへのポインタ

を受信バッファキュー8にキューイングし、ブリッジ処理手段3に渡す(ステップA14)。

【0027】ステップA3において送信バッファキュー9にポインタデータが検出された場合には、送信ポートIDを識別し、送信先ポートを決定する(ステップA20)。送信バッファの位置に対応する送信先ポートのLANコントローラに、バッファからデータを読み出してLANセグメントに送信させるためのコマンドとバッファのアドレスとを通知して送信起動を行って(ステップA21)、再びステップA2に戻る。送信ポートが複数の場合には全てのポートに送信起動を行う。

【0028】ステップA4において送信完了通知が検出された場合には、送信ポートが複数の場合もあるので、全ポートの送信が完了したか否かをチェックし(ステップA30)、完了していなければステップA2に戻る。全ポート完了していれば送信が終了したバッファを初期化し(ステップA31)、空きバッファとしてポインタをフリーバッファキュー7にキューイングする(ステップA32)。

【0029】図3および図4を用いて、ブリッジ処理手段3の中継処理を説明する。ブリッジ処理手段3は、定期的または割り込みによって受信バッファキュー8を走査し(ステップB1)、受信バッファキュー8にデータがあれば受信バッファポインタを読み出し、指示されたバッファから2層宛先アドレスおよび2層送信元アドレスを含む2層プロトコルヘッダと受信ポートIDとを読み出す(ステップB2)。読み出した受信ポートIDをキーにしてブリッジグループテーブル41を検索し(ステップB3)、パケットを受信したポートの属するブリッジグループを識別する(ステップB4)。ブリッジグループテーブル41に該当するポートがないときには、不正または設定されていないポートからの入力としてステップB30に進み、パケットを破棄する。

【0030】ブリッジグループテーブル41に該当するポートがあるときには、識別したブリッジグループに対応するアドレス学習テーブル42。(m=1, 2, ..., n)をテーブルメモリ4で選択する(ステップB5)。そのアドレス学習テーブル42に、2層送信元アドレスをキーにして検索処理を行い(ステップB6)、該当するエントリがあるか否かをチェックする(ステップB7)。該当するエントリがなければ、新たにエントリを生成し、2層アドレス、受信ポートID、エージカウンタ初期値を登録するアドレス学習処理を行う(ステップB8)。該当するエントリがあれば、受信ポートIDを再度セットしてエージカウンタを初期値にリセットするエントリの更新処理を行う(ステップB9)。このとき、アドレス学習テーブル42はブリッジグループ毎に独立に管理されているので、異なるブリッジグループには同一のアドレスが同時に存在しても良い。このエントリはブリッジグループ毎に別々に行うこ

とができる。

【0031】次に2層宛先アドレスがブロードキャストアドレスか否かを判定し(ステップB10)、ブロードキャストアドレスであれば、ステップB20にジャンプする。ブロードキャストアドレスでなければ2層宛先アドレスをキーにして、先に識別したアドレス学習テーブル42を再び検索し(ステップB11)、エントリの有無を判定する(ステップB12)。エントリが存在しない場合には、当該宛先が未学習状態であるので、パケットをどのポートに出力するかを決定することができない。したがって、フラッド処理を行うために、ステップB20に進む。エントリが存在する場合には、該当する2層アドレスの端末が接続されたポートを一意に識別することができるので、アドレス学習テーブル42に学習された受信ポートIDを、バッファの出力ポートIDにセットする(ステップB13)。

【0032】次にセットしたポートIDがルーティング処理手段5への仮想インターフェースとなるブリッジグループIDであるか否かを判定する(ステップB14)。ポートIDがブリッジグループIDでなければ、ルーティング処理手段5行きではなくLAN制御手段1行きなので、バッファへのポインタを送信バッファキュー9にキューイングし(ステップB15)、送信要求してステップB1に戻る。ポートIDがブリッジグループIDであれば、ルーティング処理手段5行きなので、バッファへのポインタを受信バッファキュー10にキューイングする(ステップB16)。

【0033】ステップB10で2層宛先アドレスがブロードキャストアドレスと判定されるか、ステップB12で宛先2層アドレスに一致するエントリが学習テーブルに存在しないと判定された場合には、同一のブリッジグループに属する全てのポートを送信ポートIDにセットする(ステップB20)。次にブリッジグループがルーティング処理手段5への接続をユーザ設定で禁止しているか否かを判定し(ステップB21)、禁止していればステップB26に進む。ルーティング処理手段5への接続を禁止していなければ、フリーバッファキュー7から空きバッファをハントし(ステップB22)、受信したパケットを空きバッファにコピーして複製を作り(ステップB23)、新たに複製したバッファの送信ポートIDにブリッジグループIDをセットし(ステップB24)、ポインタを受信バッファキュー10にキューイングする(ステップB25)。そして、オリジナルのパケットバッファへのポインタを送信バッファキュー9にキューイングして(ステップB26)、ステップB1に戻る。

【0034】ステップB4においてブリッジグループを識別することができなかったパケットは破棄するので、バッファを初期化して(ステップB30)、空きバッファとしてポインタをフリーバッファキュー7にキューイ

ングし(ステップB31)、ステップB1に戻る。

【0035】また、ブリッジ処理手段3にはパケットの学習、中継処理と独立に一定時間周期でアドレス学習テーブル42の維持管理のためにエージング処理を行う。エージング処理は、アドレス学習テーブル42に覚えエントリの中で一定時間経過した古いエントリを削除する機能である。

【0036】図5を用いて、ブリッジ処理手段3のエージング処理を説明する。エージング処理プログラムは、インターバルタイマ等によって一定時間間隔で起動される。起動されると、テーブルメモリ4の複数のアドレス学習テーブル42の最初のアドレス学習テーブルのアドレスを設定し(ステップB50)、順番にエントリを読み出し(ステップB51)、読み出したエントリのエージカウンタを1加算する(ステップB52)。この例は加算カウンタでの実現例であるが減算カウンタでも原理的には同等である。

【0037】次に加算結果がエージカウンタの許容値(あらかじめ定めたエントリ保持の最大時間)と等しいか否かをチェックし(ステップB53)、等しいか大きい場合には当該エントリを削除し(ステップB54)、許容値よりも小さい場合には加算結果をテーブルに書き込みエントリを更新する(ステップB55)。

【0038】次のエントリがあるか否かを判定し(ステップB56)、エントリがあればステップB51に戻る。エントリがなければ、次のアドレス学習テーブルがあるか否かを判定し(ステップB57)、アドレス学習テーブルがあれば、そのアドレス学習テーブルの最初のエントリへのアドレスをセットして(ステップB58)、ステップB51に戻る。全てのアドレス学習テーブルへの処理を終了した場合には、エージング処理プログラムを終了する。

【0039】図6および図7を用いて、ルーティング処理手段5の動作を説明する。ルーティング処理手段5は、定期的または割り込み処理によって受信バッファキュー10を走査し(ステップC1)、受信バッファキュー10にデータがなければステップC1を繰り返す。受信バッファキュー10にデータがあれば読み出して(ステップC2)、読み出した受信バッファへのアドレスから受信パケットデータの2層ヘッダ部を参照し、2層のプロトコルタイプフィールドからパケットがARPリクエストまたはARPリプライであるか否かを判定し(ステップC3)、ARPパケットであればステップC30に進み、ARP受信処理を行う。ARPパケットでなければ、当該パケットのプロトコルタイプがルーティング処理手段5でサポートしているネットワーク層プロトコルであるか否かをチェックし(ステップC4)、サポートしているプロトコルでなければ、ステップC20に進み、パケットの破棄処理を行う。

【0040】当該パケットのプロトコルタイプがルーテ

ィング処理手段5でサポートしているプロトコルであれば、3層プロトコルヘッダを読み出してチェックし(ステップC5)、ヘッダの異常の有無およびルーティングの条件に合致するか否かをチェックする(ステップC6)。ヘッダ部に異常があった場合またはルーティングの条件が満たされていない場合には、ルーティング不可能としてステップC20に進み、パケットの破棄処理を行う。異常なしでルーティングの条件に合致していれば、ルーティング可能であるので、3層宛先ネットワークアドレスをキーにして(ステップC7)、テーブルメモリ6のルーティングテーブル61を検索し、ネクストホップネットワーク層アドレスと出力すべきインターフェース識別子とを得る(ステップC8)。ここで、インターフェース識別子はブリッジ処理手段3とルーティング処理手段5との間の仮想インターフェースを識別するものであってブリッジグループ毎に1つずつ存在するので、ブリッジグループIDを識別に使用して良い。

【0041】ルーティングテーブル61を検索して該当するネットワークアドレスエントリがあるか否かをチェックし(ステップC9)、該当するネットワークアドレスエントリがない場合には、ステップC20に進み、パケットの破棄処理を行う。該当するネットワークアドレスエントリがあり、ネクストホップネットワーク層アドレスを得たら、これをキーにしてテーブルメモリ6のARPテーブル62を検索し、対応する2層アドレスを獲得する(ステップC10)。2層アドレスをARPテーブル62にキャッシングしているか否かをチェックする(ステップC11)。2層アドレスをARPテーブル62にキャッシングしていない場合には、ステップC40以降のネットワークの種別毎に規定されたARP処理に進む。

【0042】2層アドレスをARPテーブル62にキャッシングしている場合には、獲得した2層アドレスを宛先とし、ルーティング処理手段5にアサインされた2層アドレスを送信元2層アドレスとして2層プロトコルヘッダを生成し、バッファでエンカプセル処理を行い、2層のパケットの組み立て処理を行う(ステップC12)。次にルーティング処理手段5からブリッジ処理手段3のどのブリッジグループに渡すかを示すために受信ポートIDにブリッジグループIDをセットし(ステップC13)、送信バッファキュー11にキューイングし、ブリッジ処理手段3を介して送信を行って(ステップC14)、ステップC1に戻る。

【0043】パケット破棄処理は、パケットバッファを初期化し(ステップC20)、バッファへのポインタアドレスをフリーバッファキュー7に返却する(ステップC21)ことによってパケットを破棄して、ステップC1に戻る。

【0044】ARP処理において、アドレス解決処理が必要なパケットは、当該バッファアドレスをネクストホ

ップネットワークアドレス毎に待ち行列にキューイングして(ステップC40)、フリーバッファキュー7から空きバッファをハントして(ステップ41)、そのバッファに当該ネクストホップネットワークアドレスをターゲットとしてセットしたARPリクエストパケットを生成する(ステップC42)。受信ポートIDにブリッジグループIDをセットして(ステップC43)、送信バッファキュー11にキューイングして、ブリッジ処理手段3を介してARPリクエストパケットの送信を要求し(ステップC44)、ステップC1に戻る。

【0045】ステップC3でARPパケットであると判定された場合には、受信パケットがARPリプライであるか否かをチェックし(ステップC30)、受信パケットがARPリプライでなければステップC37に進む。受信パケットがARPリプライであるならばARPテーブル62を更新し(ステップC31)、当該ターゲットネットワークアドレスの待ち行列からキューイングされているバッファを走査し(ステップC32)、キューイングされているバッファが存在するか否かをチェックする(ステップC33)。

【0046】キューイングされているバッファがなければステップC1に戻る。キューイングされているバッファがあれば2層カプセル化を行い(ステップC34)、ブリッジグループIDを受信ポートIDにセットし(ステップC35)、送信バッファキュー11にキューイングし、ブリッジ処理手段3を介して送信を要求して(ステップC36)、ステップC32に戻る。ステップC32以降の処理を繰り返して待ち行列にバッファがなくなれば、当該ネットワークアドレス宛のARP処理待ちの送信バッファが全て処理されたことになるので、ステップC1に戻る。

【0047】ステップC30で受信パケットがARPリプライでなければパケットはARPリクエストであるので、ターゲットネットワークアドレスがルーティング処理手段5のネットワークアドレスであることを確認し、2層アドレスをセットしたARPリプライパケットを受信バッファに作成して(ステップC37)、リクエストの送信ポートIDに入っているブリッジグループIDを受信ポートIDにセットし(ステップC38)、送信バッファキュー11にキューイングし、ブリッジ処理手段3を介して送信を要求して(ステップC39)、ステップC1に戻る。

【0048】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して詳細に説明する。

【0049】図8は、本発明の一実施例におけるパケットバッファの構造を示す図である。図9は、本発明の一実施例におけるブリッジグループテーブルの構造を示す図である。図10は、本発明の一実施例におけるアドレス学習テーブルの構造を示す図である。図11は、本発

明の一実施例におけるルーティングテーブルの構造を示す図である。図12は、本発明の一実施例におけるARPテーブルの構造を示す図である。

【0050】図1に示したLAN制御手段1は、複数の物理LANインターフェースポートとしてイーサネット、トークンリング等を備え、LANセグメントとの間でパケットの通信を行うMAC機能と、MAC機能に対する受信用バッファの補給、送信バッファの引き渡し、受信済みバッファの引き取り等のバッファ管理機能とを備える。MAC機能は、バッファとLAN回線との間のデータ転送、符号化、キャリア制御等を行うものであり、LAN種別毎にIEEE802.3, 802.5規格, ANSI, FDDI規格等に規定された仕様に基づきLSIが提供されている。ここでは、12ポートのイーサネットを使用する場合について説明を行う。

【0051】LAN制御手段1は、初期状態でフリーバッファキュー7から未使用の空きバッファをハントし、12個のイーサネットコントローラLSIに、それぞれ一定量の空きバッファを受信データ格納用バッファとして使用するよう指定する。

【0052】LANセグメントからパケットデータを受信すると、イーサネットコントローラLSIが指定されている受信バッファポインタを見て、受信バッファメモリのアドレスに受信データをDMA転送する。受信終了(転送終了)時に転送結果、エラーの有無等の受信データ管理情報をレジスタやバッファ処理用のテンポラリなメモリ等に設定して、LAN制御手段1に受信通知を送る。LAN制御手段1は受信通知を検出すると、フリーバッファキュー7から再び空きバッファをハントして受信を行ったイーサネットコントローラに補充する。次に受信パケットにエラーがないかを確認した後、受信通知がどの物理LANインターフェースポートからのものであるかを示す受信ポート番号を受信バッファ内の受信ポートIDフィールドに書き込み、その受信バッファへのアドレスポインタを受信バッファキュー8に積み込む。全てのキュー(フリーバッファキュー7、受信バッファキュー8、送信バッファキュー9、受信バッファキュー10、送信バッファキュー11)は先入れ先出し(FIFO)方式のメモリで実現される。

【0053】受信時にエラーが発生した場合には、当該受信バッファは受信バッファキュー8には積み込まず、バッファ内の受信ポートIDフィールドを初期化して未使用状態とし、フリーバッファキュー7に積み込むことによって、パケットを破棄する。

【0054】また、LAN制御手段1は、送信バッファキュー9にポインタを検出すると1つ読み出し、ブリッジ処理手段3からの送信要求を処理する。送信バッファキュー9からLAN制御手段1に送信バッファポインタが読み込まれると、その送信バッファ内の送信ポートIDを検査し、該当する全てのポートに対応するイーサネ

ットコントローラに送信バッファが送信すべきデータ部のアドレスを教え、送信起動コマンドを発行する。そして、LAN制御手段1は、管理するMAC機能に送信バッファアドレスを指定して送信起動をかける。

【0055】送信起動されたイーサネットコントローラLSIは、データの入ったバッファアドレスを参照し、パケットメモリ2からLAN回線にデータをDMA転送する。転送が正常に終了した場合には送信完了をLAN制御手段1に通知し、規定回数を再送しても正常に終了しない場合にはエラーの結果とともに通知する。LAN制御手段1は、送信ポートIDに指定された全てのポートに送信完了または送信失敗が返ってきた時点で、バッファ内を初期化してフリーバッファキュー7に積み込むことによって送信バッファを解放する。

【0056】ブリッジ処理手段3は、複数のLANインターフェースをいくつかのグループに分割して管理する。ここでは各グループをブリッジグループと呼び、同一のブリッジグループに所属するLANインターフェースの間ではブリッジングによって中継処理が行われるが、異なるグループ間では中継処理は行われない。この機能によっていわゆる仮想LANをLAN接続装置内に構成することができる。

【0057】LAN接続装置ではブリッジグループの設定は事前に運用者が設定した情報として、ポート番号とブリッジグループ識別子との対応表を、あらかじめ図9に示したブリッジグループテーブル41に保持している。

【0058】ブリッジ処理手段3は受信バッファキュー8から受信バッファのアドレスポインタを受け取ると、受信バッファ内のパケットデータフィールドからイーサネットフレームの宛先MACアドレス（以下、DAと記述する）および送信元MACアドレス（以下、SAと記述する）を識別し、受信ポートIDフィールドから受信ポートIDを読み出す。受信ポートIDには受信したポート番号が書き込まれているので、これをキーにして、テーブルメモリ4内のブリッジグループテーブル41を検索し、受信したポート番号から受信パケットの属すべきブリッジグループ識別子を得て、バッファ内のブリッジグループ識別子フィールドにブリッジグループ識別子を書き込む。

【0059】次にブリッジ処理手段3は、ブリッジグループテーブル41から得られたブリッジグループ識別子に対応するMACアドレスのアドレス学習テーブル42_k（ $k=1, 2, \dots, n$ ）をテーブルメモリ4から選択する。具体的には、ポート1から受信したパケットであれば、ブリッジグループテーブル41のブリッジグループ識別子フィールドからグループ“A”に属することを認識し、グループ“A”に対応するアドレス学習テーブル42_kを選択する。そして、受信データからSAを読み出し、SAをキーにしてアドレス学習テーブル42

を検索し、SAのエントリが存在するか否かを調べる。

【0060】図10に示すように、アドレス学習テーブル42の構造は、MACアドレス、ポート識別番号およびエージングカウンタをエントリとして保持する構造となっており、ラーニング処理によってダイナミックにエントリが生成される。SAと同じ値のMACアドレスエントリが既に生成されていれば、ポート識別番号に受信ポート番号をセットし、エージングカウンタを初期値にリセットしてMACアドレスエントリを更新する。SAに一致するMACアドレスエントリがなければ新たにエントリを生成して、同様にポート識別番号に受信ポート番号をセットし、エージングカウンタに初期値をセットする。

【0061】ここでラーニング処理とは、MACアドレスによるアドレス学習テーブル42の更新処理をいう。ラーニング処理においては、受信したパケットが他のブリッジグループに属しているときに、検索するMACアドレスのアドレス学習テーブル42はそのブリッジグループに対応したアドレス学習テーブル42_jとなるが、動作は他のブリッジグループのアドレス学習テーブル42_j（ $j=1, 2, \dots, n; j \neq k$ ）と同様となる。

【0062】MACアドレスのアドレス学習テーブル42_jへの学習が終了すると、スイッチング処理を行う。スイッチング処理は受信データ内からDAフィールドを読み出し、DAをキーにしてアドレス学習テーブル42_jを検索する。検索するアドレス学習テーブル42_jの選択はラーニング処理時と同様である。

【0063】DAに等しいMACアドレスエントリが見つかった場合には、エージングカウンタをチェックし、期限よりも小さい値であれば、ポート番号エントリをテーブルから読み出す。読み出したポート番号をキーにしてブリッジグループテーブル41を検索し、当該ポート番号がブリッジグループ“A”に属することを確認する。ラーニング時にグループ別に学習しているので、原則として不一致はないはずであり、この検索の処理は省略することも可能である。

【0064】次に獲得したポート番号を送信先としてバッファ内の送信ポートIDフィールドにセットし、ポインタ情報を送信バッファキュー9に積み込む。

【0065】DAと一致するMACアドレスエントリがMACアドレス学習テーブル42_kに存在しない場合には、宛先ホストの接続位置が未学習で分からないので、同一ブリッジグループを形成する全てのポートに送信するフラッド処理を行う必要がある。

【0066】また、DAがブロードキャストアドレスやマルチキャストアドレスである場合にも、フラッド処理と同様に同一ブリッジグループ内の全てのポートに送信する。この場合には、バッファの送信ポートIDには送信すべきポートの全てのリストをセットしなければなら

ない。その後、ポインタ情報は送信バッファキュー9に積み込まれる。

【0067】通常、送信ポートが1つ決まればスイッチング処理を行うが、例外がいくつかある。アドレス学習テーブルで得た送信ポートが受信ポートと同一である場合には中継する必要がないので、パケットは破棄される。また、ポートとしてブリッジグループIDが入っている場合には内蔵のルーティング処理手段5との間の仮想インターフェースを意味し、この場合にはポインタ情報を受信バッファキュー10に積み込んでルーティング処理手段5にパケットを渡す。これはフラッド処理、ブロードキャストの処理で送信すべきポートのリストにブリッジグループIDが存在する場合も同様である。

【0068】送受信ポートが同一であったり、受信パケットの2層でのエラーが発見された場合にはパケットを破棄する。パケットを破棄する場合には、バッファを初期化してポインタ情報をフリーバッファキュー7に積み込む。

【0069】IEEE802.1D規格によるとアドレス学習テーブル42の各エントリは最後に学習されてから一定時間経過すると無効となり、テーブルから削除されねばならない。エージング処理はタイマ割り込みによって周期的に起動され、アドレス学習テーブル42の個々のエントリのエージングカウンタをメンテナンスする。例えばアドレス学習テーブル42の有効時間を学習後30秒と設定し、タイマ割り込みの周期を1秒とすると、エージング処理は1秒単位に起動され、MACアドレス学習テーブル42の全てのエントリについてエージングカウンタをプラス“1”する。エージング時間の初期値を“0”としておけば、加算処理後、値が“30”に達したエントリをテーブルから削除することによって、有効時間を過ぎたエントリを識別し、削除することができる。エージング加算進行中に再度学習されれば初期値“0”に再設定される。MACアドレスエントリの実効時間は初期値を変えることで1秒単位に増減可能である。また、タイマ処理の起動周期を小さくすればテーブルエージング処理の分解能を細かくすることができるが、テーブル処理にCPU時間が多く使用されることを考慮しなければならない。

【0070】本実施例においては、受信したフレームの受信ポートからブリッジグループをまず識別し、ブリッジグループ毎に独立にMACアドレス学習テーブル42に学習し、検索している。したがって、ブリッジグループ“A”に属するポート配下とブリッジグループ“B”に属するポート配下とに全く同一のMACアドレスを持つ端末が存在したとしても、受信時に学習して生成されるMACアドレスエントリはMACアドレス学習テーブル42、とMACアドレス学習テーブル42、とに別々に生成されるので、2つの端末のMACアドレスエントリが同時に存在することが可能となり、スイッチング処

理においては、その存在を全く意識する必要がない。

【0071】ルーティング処理手段5は、その経路選択処理を行うために、図11に示すルーティングテーブル61をテーブルメモリ6に有する。ルーティングテーブル61は、外部から人手によって設定され、または上位プロトコルや付属プロトコルによってダイナミックに設定される各種情報テーブルを格納する。

【0072】ここで、動作説明を簡潔にするために、ルーティング処理手段5のルーティング可能なプロトコルをIPの例で説明するが、原理的には他のルーティング可能な3層プロトコルでも同様の処理が可能である。

【0073】IPのルーティング処理手段5は、RIP、OSPF等の隣接ホストに自分の経路情報を通知しあうダイナミックルーティングプロトコルによって経路情報をルーティングテーブル61として維持管理するルーティングテーブル維持機能と、ルーティングテーブル61の経路情報に従って経路制御を行い、3層における中継動作を提供する経路制御機能と、パケット送信時に3層の宛先ネットワークアドレスまたはネクストホップIPアドレスをMACアドレスに代表される2層以下のハードウェアアドレスに解決するARP機能とを、プログラム制御によって実現する。

【0074】ルーティング処理手段5が走行するCPUやハードウェア環境は、ブリッジ処理手段3と共通でも別々に独立したCPUであっても良い。

【0075】本実施例のブリッジ処理手段3は、少なくとも1つのルーティング処理手段5のハードウェアアドレスを、エージングで消去されない静的なエントリとして、あらかじめMACアドレス学習テーブル42に登録しておく。このルーティング処理手段5のMACアドレスは、ネットワーク内でユニークなMACアドレスであれば、各ブリッジグループに共通する値を使用して良い。このMACアドレスエントリにマッピングされるポートは論理的な仮想LANインターフェースとみなされ、各ブリッジグループ毎にひとつずつ存在すると考える。このインターフェースには、あらかじめ特殊な番号を割り当てて物理LANインターフェースポートと区別する。この仮想LANポート番号も物理LANポートと同様に、ブリッジグループを構成するためにブリッジグループテーブル41にセットされる。ブリッジグループテーブル41のエントリは仮想LANポート数（ブリッジグループ数）分だけ拡張される。本実施例においては、仮想LANポート番号にブリッジグループIDを使用した例で説明している。

【0076】ブリッジ処理手段3は、仮想LANポートへの出力は出力ポートIDフィールドにブリッジグループIDをセットし、受信バッファキュー10に積み込むので、どのブリッジグループからの場合でも、ルーティング処理手段5の持つMACアドレス宛のパケットは、全て一本の受信バッファキュー10から渡される。

【0077】ルーティング処理手段5は、出力ポートID値がブリッジグループ毎に異なるので、それを利用してグループの違いを認識する。したがって、ルーティング処理手段5はルーティングするインターフェースとして、物理ポートではなく仮想LANポート番号を認識し、仮想LANポート間でのルーティング処理を行う。

【0078】ルーティング処理手段5は受信バッファキュー10が空でなければ、受信バッファポインタを取り出し、パケットの中からIPパケットヘッダフィールドを認識し、フォーマット、バージョン、ヘッダチェックサム等の検査を行い、正規のルーティングが可能なパケットであることを認定した後、宛先ネットワークアドレスを抽出する。抽出した宛先ネットワークアドレスをキーにしてテーブルメモリ6内のルーティングテーブル61を検索し、ネクストホップIPアドレスおよびそのIPアドレスに到達するための仮想LANポート番号を獲得する。検索した結果、宛先ネットワークアドレスが自身に接続されたIPサブネットであれば、パケットの中の宛先ネットワークアドレスを直接ネクストホップIPアドレスとする。別のルータ経由でルーティング可能であればそのルータのIPアドレスをネクストホップIPアドレスとして認識し、IPパケットヘッダの中の必要部分に書き込みを行い、チェックサムを再計算した後、ダイレクトルートの宛先ネットワークアドレスまたはネクストホップIPアドレスをキーにして、図12に示したARPテーブル62を検索する。

【0079】ARPテーブル62にIPアドレス（ネットワークアドレス）に対応するMACアドレス（ハードウェアアドレス）が存在すれば、DAに検索結果のMACアドレスを挿入し、SAにあらかじめルーティング処理手段5専用割り当てたMACアドレスを挿入してIPパケットを2層イーサネットMACフレームにカプセル化し、パケット長等を設定した後、受信ポートIDとしてブリッジグループIDを仮想LANポート番号としてセットし、送信バッファキュー11に積み込む。

【0080】ARPテーブル62がヒットしなかった場合には空きバッファをハントしてARPリクエストパケットを生成し、解決したいターゲットIPアドレスにネクストホップIPアドレスを入れ、DAにブロードキャストアドレスを設定し、SAにルーティング処理手段5専用割り当てたMACアドレスを挿入してIPパケットを2層イーサネットMACフレームにカプセル化し、パケット長等を設定した後、受信ポートIDとしてルーティングテーブル61検索時に得た仮想LANポート番号をセットして送信バッファキュー11に積み込む。

【0081】ARPテーブル62で解決することができなかったIPパケットはARPリプライが返送され、ネクストホップIPアドレスの対応するMACアドレスが解決されるまで、送信が延期される。

【0082】ルーティング処理においてパケット内容の

異常や宛先への経路が存在しない場合には、ルーティング処理を中止し、当該バッファを初期化してフリーバッファキュー7に返却する。

【0083】送信バッファキュー11に積み込まれたバッファポインタはブリッジ処理手段3によって読み出され、バッファ内にセットされた受信ポート識別子を参照してブリッジグループを選択し、該当するMAC学習テーブルを検索して、出力すべき物理ポートを決定する。この手順は物理ポートからパケットを受信した場合と全く同様である。

【0084】図11に示したルーティングテーブル61および図12に示したARPテーブル62においても、テーブルメモリ4のアドレス学習テーブル42のエージング処理と同様のアルゴリズムでエージング処理が行われ、古いエントリが削除される。

【0085】本実施例においては、LAN制御手段1に接続されるLANをイーサネットと仮定したが、同一のハードウェアアドレス体系を持つLAN、つまりMACアドレスで中継交換を行うLANであれば原理的にどのようなLANでもスイッチが可能である。

【0086】例えば、IEEE802.3、IEEE802.5、FDDI、ATM ForumのLAN emulation Client仕様のLANがLAN制御手段1で混在しても良い。

【0087】

【発明の効果】第1の効果は、本発明のLAN間接続装置においては、ローカルMACアドレスを使用して、端末側の設定変更は一切行わずに、ローカルアドレスや使用するプロトコルの種類を含めて、従来の物理LANセグメントを本発明のLAN間接続装置が提供するバーチャルLAN環境に移行することができるということである。

【0088】その理由は、バーチャルLANを構成する2層のブリッジグループ単位にMACアドレスのアドレス学習テーブルを独立に維持し、ブリッジ処理手段がパケットの属するブリッジグループ（バーチャルLAN）毎にアドレス学習テーブルに学習処理を行わせることによって、ブリッジグループ（バーチャルLAN）が異なる場合には、同一のMACアドレスでも異なる端末として同時に別々のアドレス学習テーブルで管理することができ、各ブリッジグループ間にわたるMACアドレスのユニーク性を保証する必要がなくなり、バーチャルLAN内でのみアドレスのユニーク性を保証すれば良く、これは従来の物理LANセグメントと同等の考え方となるからである。

【0089】第2の効果は、バーチャルLAN設定の柔軟性が高まり、ネットワークのコストを抑制することができるということである。

【0090】その理由は、ブリッジ処理手段とルーティング処理手段との間の接続を同一装置内のインターフェ

ースとしてバーチャルLANの識別子を付加して多重化することによって、バーチャルLANの設定数を増減してもルーティング処理手段への接続はブリッジグループIDの数が増加するだけであり、純粹にソフトウェアが生成するテーブルの大きさのみによって制限されるので、バーチャルLANの設定数の増減に伴うルーティング処理手段のハードウェアの増設や接続の変更が不要となるからである。すなわち、ブリッジ処理手段とルーティング処理手段との間でポートIDを用いて受信したパケットを格納したバッファへのアドレスポインタ情報を 10 受け渡して、物理的には受信バッファキューと送信バッファキューとに多重化して、LAN間接続装置内部の仮想的なLANポートを実現するからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態におけるLAN間接続装置の構成を示すブロック図

【図2】図1におけるLAN制御手段の動作を示すフローチャート

【図3】図1におけるブリッジ処理手段の動作を示すフローチャート

【図4】図1におけるブリッジ処理手段の動作を示すフローチャート

【図5】図1におけるブリッジ処理手段の動作を示すフローチャート

【図6】図1におけるルーティング処理手段の動作を示すフローチャート

【図7】図1におけるルーティング処理手段の動作を示すフローチャート

すフローチャート

【図8】本発明の一実施例におけるパケットバッファの構造を示す図

【図9】本発明の一実施例におけるブリッジグループテーブルの構造を示す図

【図10】本発明の一実施例におけるアドレス学習テーブルの構造を示す図

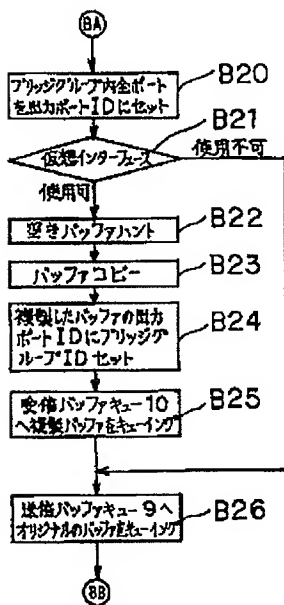
【図11】本発明の一実施例におけるルーティングテーブルの構造を示す図

【図12】本発明の一実施例におけるARPテーブルの構造を示す図

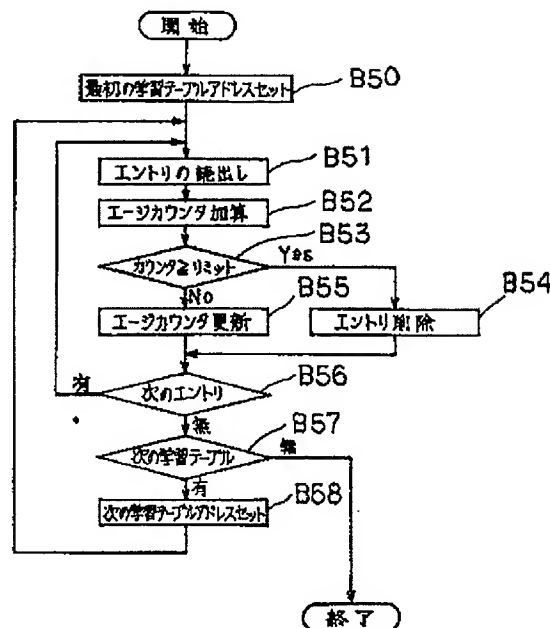
【符号の説明】

- 1 LAN制御手段
- 2 パケットメモリ
- 3 ブリッジ処理手段
- 4 テーブルメモリ
- 41 ブリッジグループテーブル
- 42、～42。 アドレス学習テーブル
- 5 ルーティング処理手段
- 6 テーブルメモリ
- 61 ルーティングテーブル
- 62 ARPテーブル
- 7 フリーバッファキュー
- 8 受信バッファキュー
- 9 送信バッファキュー
- 10 受信バッファキュー
- 11 送信バッファキュー

【図4】



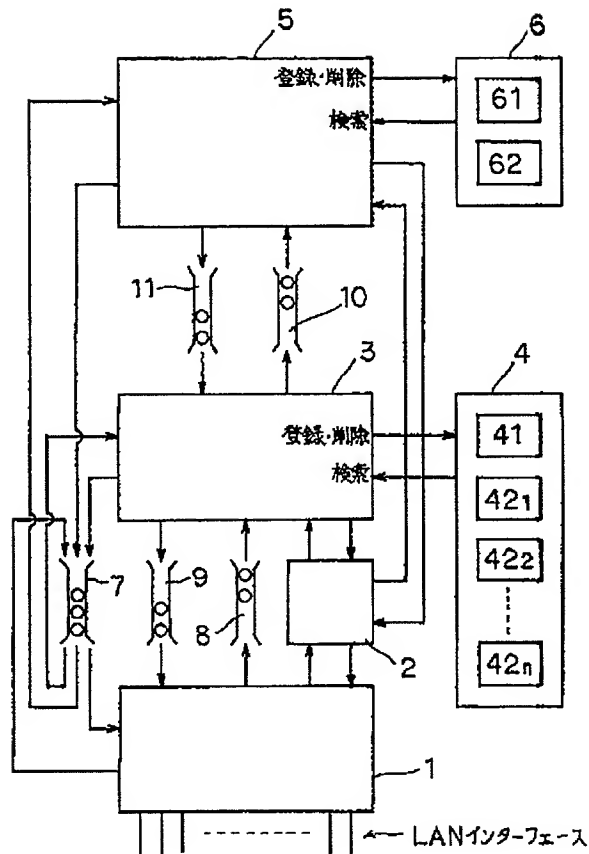
【図5】



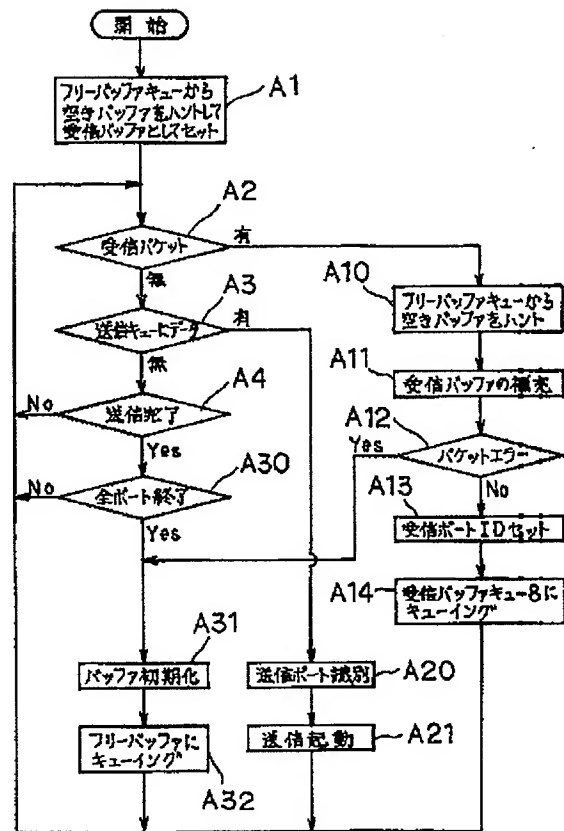
【図9】

ポート番号	グループ識別子
1	A
2	A
3	B
4	B
5	B
6	B
7	A
8	C
9	C
10	C
11	C
12	A

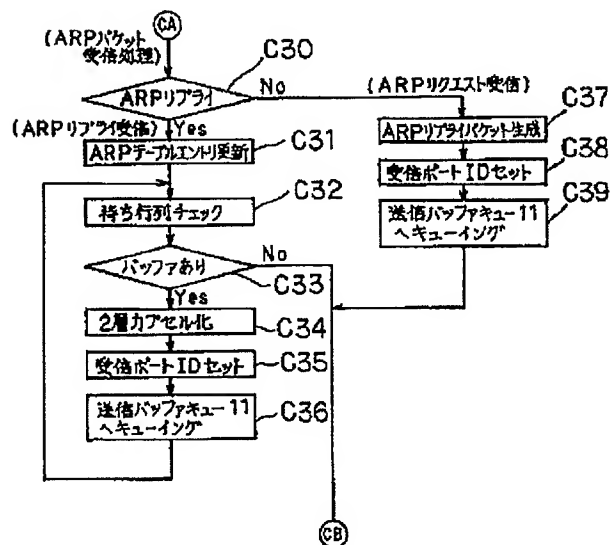
【図1】



【図2】



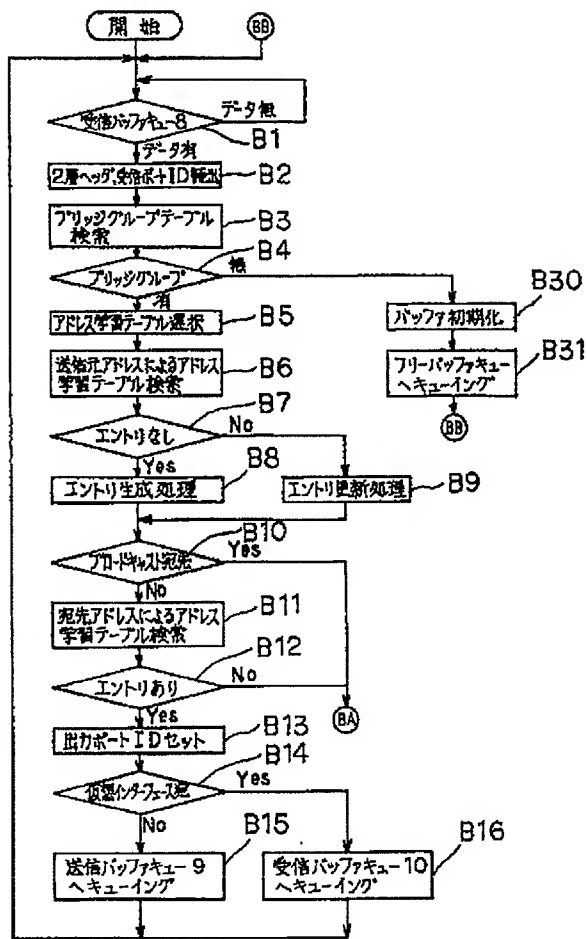
【図7】



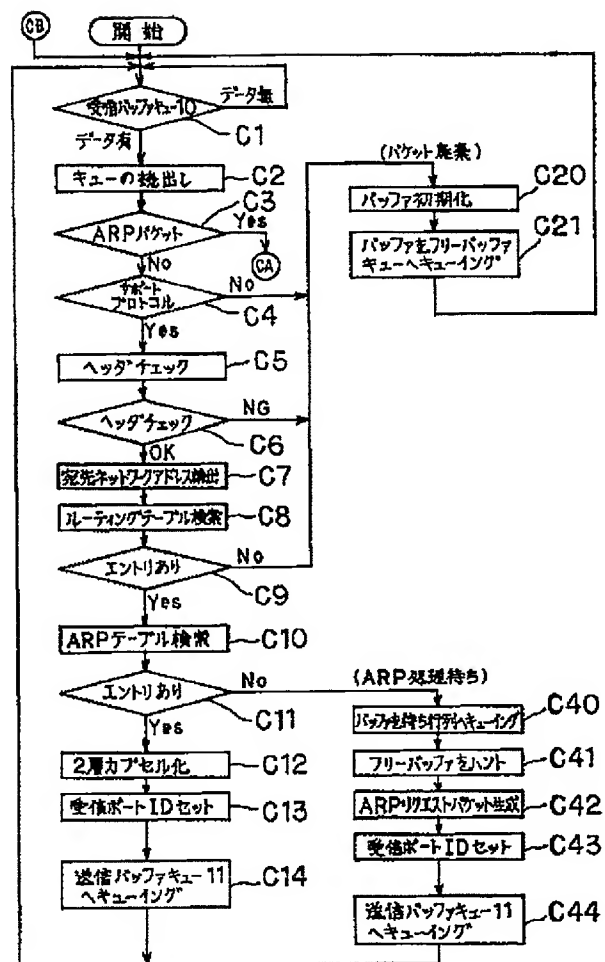
【図10】

MACアドレス	ポート番号	エージングカウンタ
00-0C-00-00-01	1	20
00-0F-00-11-01	2	10
00-0F-00-11-C0	1	30
00-0F-00-21-00	12	25
...
00-0F-00-35-01	1	2

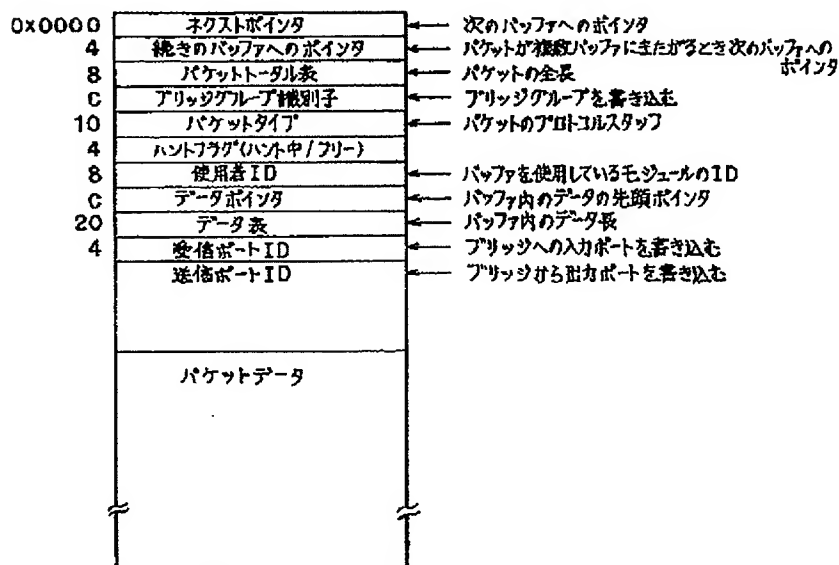
【図3】



【図6】



【図8】



【図11】

宛先ネットワークアドレス	ネクストホップIPアドレス	ポート番号	メトリック	AGE
133.206.46.0	0	301	0	180
133.206.62.0	0	302	0	175
133.206.50.0	0	303	0	160
1.0.0.0	126.206.50.254	303	2	160
2.0.0.0	126.206.50.253	303	2	160
133.206.80.0	126.206.46.254	301	2	180
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図12】

IPアドレス(ネットワークアドレス)	MACアドレス(ハードウェアアドレス)	AGE
133.206.46.254	00-0C-01-02-03-04	10
133.206.62.20	00-0C-01-05-06-07	15
133.206.50.253	00-0C-FF-01-01-01	20
⋮	⋮	⋮

